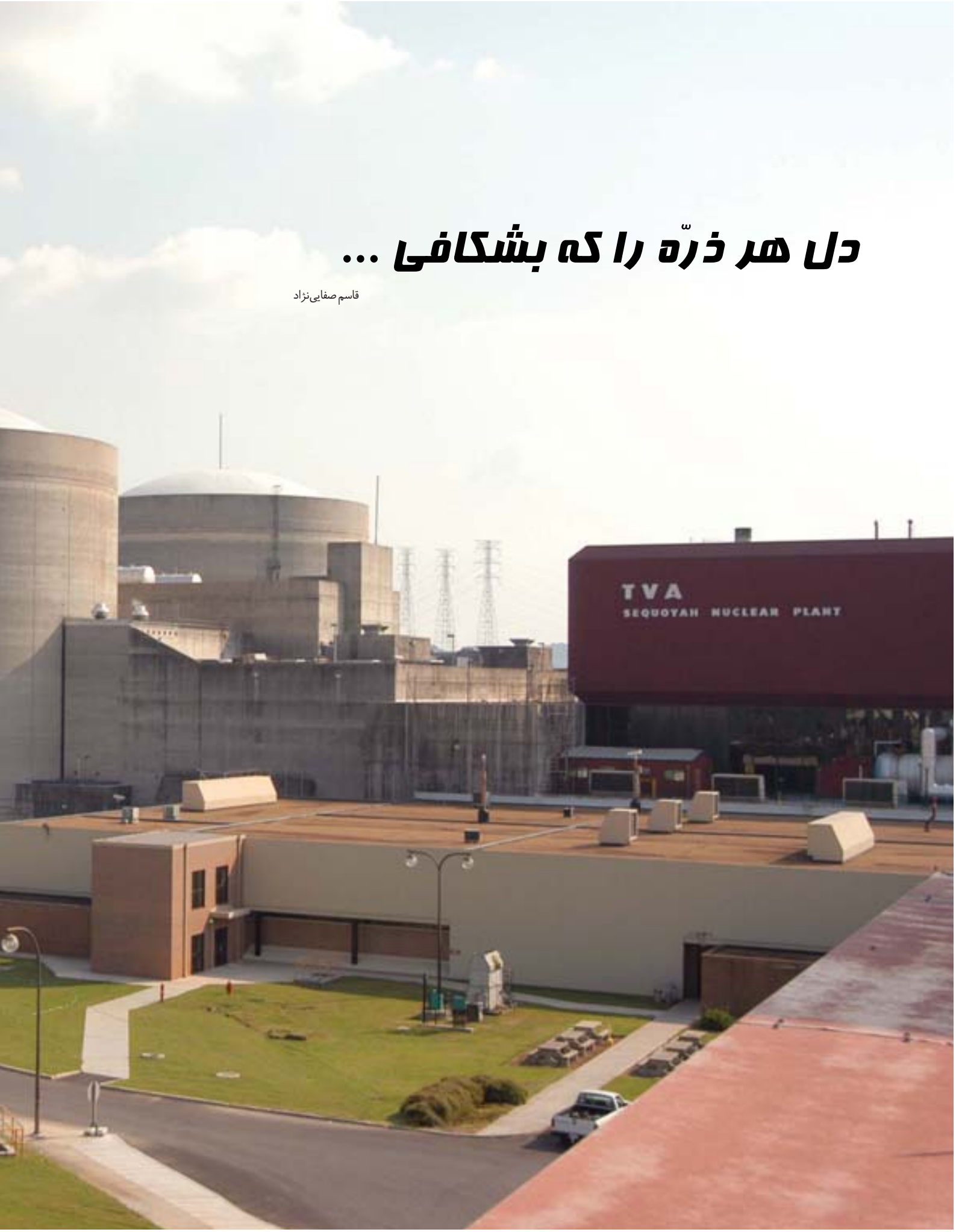
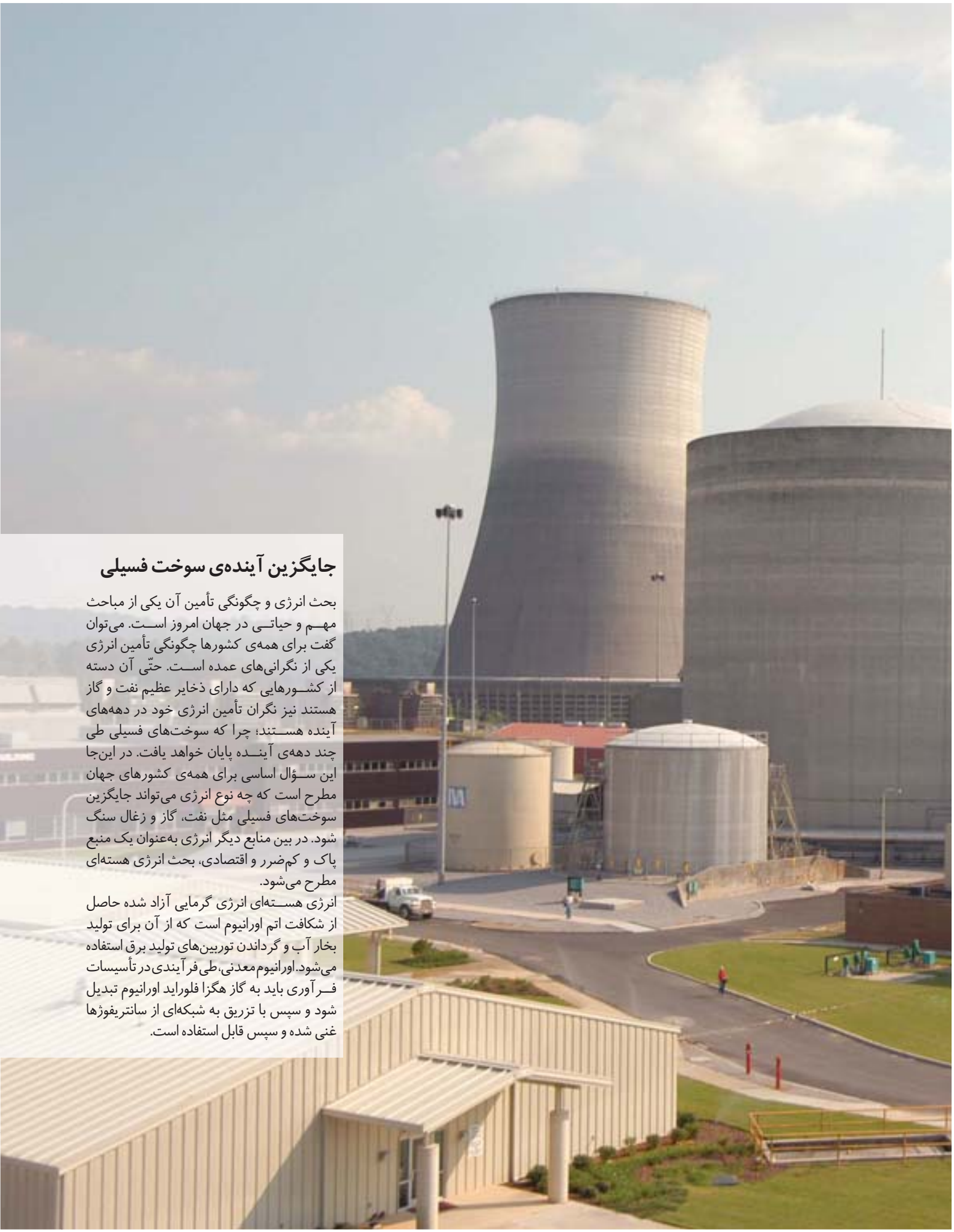
دل هر ذرّه را که بشکافی ...

قاسم صفایی‌نژاد





جایگزین آینده‌ی سوخت فسیلی

بحث انرژی و چگونگی تأمین آن یکی از مباحث مهـم و حیاتـی در جهان امروز اسـت. می‌توان گفت برای همه‌ی کشورها چگونگی تأمین انرژی یکی از نگرانی‌های عمده اسـت. حتّی آن دسته از کشـورهایی که دارای ذخایر عظیم نفت و گاز هستند نیز نگران تأمین انرژی خود در دهه‌های آینده هسـتند؛ چرا که سوخت‌های فسیلی طی چند دهه‌ی آینـده پایان خواهد یافت. در این‌جا این سـؤال اساسی برای همه‌ی کشورهای جهان مطرح است که چه نوع انرژی می‌تواند جایگزین سوخت‌های فسیلی مثل نفت، گاز و زغال سنگ شود. در بین منابع دیگر انرژی به‌عنوان یک منبع پاک و کم‌ضرر و اقتصادی، بحث انرژی هسته‌ای مطرح می‌شود.

انرژی هسـته‌ای انرژی گرمایی آزاد شده حاصل از شکافت اتم اورانیوم است که از آن برای تولید بخار آب و گرداندن توربین‌های تولید برق استفاده می‌شود. اورانیوم معدنی، طی فرآیندی در تأسیسات فـرآوری باید به گاز هگزا فلوراید اورانیوم تبدیل شود و سپس با تزریق به شبکه‌ای از سانتریفوژها غنی شده و سپس قابل استفاده است.

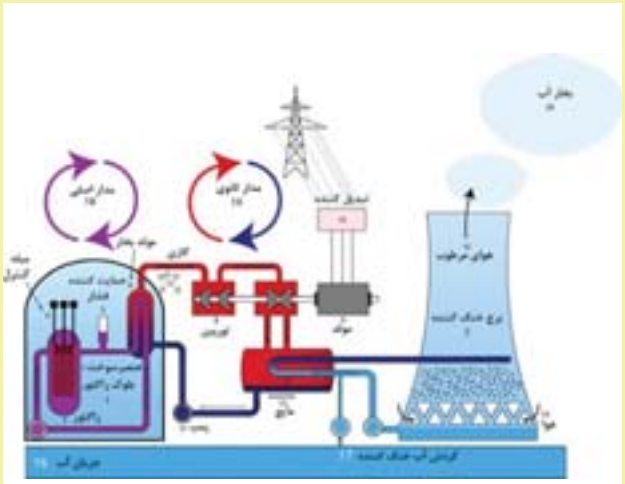
تاریخچه انرژی هسته ای

می‌دانیم که هسته از پروتون با بار مثبت و نوترون (بدون بار الکتریکی) تشکیل شده است. می‌توانیم نتیجه بگیریم که بار الکتریکی هسته، مثبت است. حال اگر بتوانیم هسته را ۲ تکّه کنیم، تکّه‌ها در اثر نیروی دافعه‌ی الکتریکی به سرعت از هم فاصله می‌گیرند و انرژی جنبشی فوق‌العاده‌ای پیدا می‌کنند. در کنار این تکّه‌ها، ذرّات دیگری مثل نوترون و اشعه‌های گاما و بتا نیز تولید می‌شوند. انرژی جنبشی تکّه‌ها و انرژی ذرّات و پرتوهای به‌وجود آمده، در اثر کنش متقابل ذرّات با مواد اطراف، سرانجام به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. مثلاً در واکنش هسته‌ای که طی آن اورانیوم ۲۳۵ به ۲ تکّه تبدیل می‌شود، انرژی کلی معادل با ۲۰۰ مگاوات آزاد می‌شود. این مقدار انرژی می‌تواند حدود ۲۰ میلیارد کیلوکالری گرما را در ازای هر کیلوگرم سوخت تولید کند. این مقدار گرما ۲ میلیون و ۸۰۰ هزار بار بزرگتر از گرمایی است که از سوختن هر کیلوگرم زغال‌سنگ به‌دست می‌آید.

تولّد فناوری هسته‌ای

در سده‌های اخیر با مطالعات شیمی و فیزیک، دانش هسته‌ای به‌تدریج شکل گرفت. این علم در سال ۱۸۷۹ میلادی با انجام یونیزاسیون یک گاز از طریق تخلیه‌ی الکتریکی به‌وسیله‌ی «کراکس» شروع شد. «رونگتن» پرتو ایکس را کشف کرد و پس از آن در سال ۱۸۹۶ پرتو لاندا با منشأ کاملاً متفاوت کشف شد که منجر به پدیده‌ی پرتوزایی و کشف اورانیوم شد. پس از آن «تامسون» الکترون را به‌عنوان ذرّه‌ی باردار مسئول الکتریسیته معرّفی کرد و انیشتین فرمول مشهور $E=mc^2$ را ارائه کرد. اوایل قرن بیستم کم کم دانشمندان به فهم نسبتاً شفافی از ساختار اتم و هسته رسیدند. آن‌ها فهمیدند که اگر چه هسته دارای ذرّاتی است که با نیروهای قوی به هم متّصلند ولی می‌توان تبدیلات هسته‌ای را القا کرد. یک راه جالب برای این کار پیدا شد: بمباران! مثلاً اگر اتم نیتروژن را با اتم هلیوم بمباران کنیم، اتم‌های اکسیژن و نیتروژن تولید می‌شوند. «انریکو فرمی» در سال ۱۹۳۴ در دانشگاه شیکاگو به همراه دستیارانش مشغول بمباران اورانیوم توسّط نوترون‌ها بود که برای اوّلین بار انرژی اتمی را به‌طور آزمایشگاهی مشاهده نمود.

به این ترتیب توجّه بشر به سمت انرژی هسته‌ای جلب شد و فیزیک هسته‌ای و در نتیجه فناوری هسته‌ای شکل گرفت و به‌عنوان شاخه‌ای نوین وارد فناوری‌های بشری شد.



از چگونگی واکنش هسته‌ای بدانیم

واکنش‌های هسته‌ای به ۲ شاخه‌ی اصلی تقسیم می‌شود:

۱. شکافت هسته‌ای (Fission):

در این فرآیند یک اتم سنگین نظیر اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیم ۲۳۹ در اثر بمباران توسّط یک نوترون شتاب‌دار به ۲ اتم سبک‌تر Ba و Kr تقسیم می‌شود. طی این فرآیند مقداری انرژی جنبشی، پرتوی گاما و چندین نوترون شتاب‌دار آزاد می‌شود.

۲. همجوشی هسته‌ای(Fusion):

همجوشی واکنشی است که در آن ۲ اتم سبک‌تر، معمولاً ۲ اتم هیدروژن، با یکدیگر یک پیوند ایجاد می‌کنند که در این راستا مقداری انرژی همجوشی هسته و یک اتم سنگین‌تر هلیوم تولید می‌شود. این فرآیند هنوز به مراحل تجاری نرسیده است و در مراحل آزمایشی است.

پایه‌ی انرژی هسته‌ای، همین ۲ فرآیند است. امروزه برای تولید انرژی در راکتورها از فرآیند شکافت هسته‌ای استفاده می‌کنند و از فناوری همجوشی هسته‌ای در آینده برای تولید انرژی استفاده خواهد شد.

البته انرژی به این راحتی‌ها هم آزاد نمی‌شود! چرخه‌ای که برای به‌دست آوردن انرژی به‌کار می‌رود، فرآیندی پیچیده است.

چرخه‌ی سوخت هسته‌ای

اورانیومی که از زمین استخراج می‌شود، بلافاصله قابل استفاده در نیروگاه‌های تولید انرژی نیست. برای آن‌که بتوان بیشترین بازده را از اورانیوم به‌دست آورد، فرآیندهای مختلفی روی سنگ معدن اورانیوم صورت می‌گیرد تا غلظت ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ زیاد شود.

چرخه‌ی سوخت هسته‌ای از ۲ بخش انتهای جلویی و انتهای عقبی (front end ، back end) تشکیل شده است. انتهای جلویی چرخه، مراحلی است که منجر به آماده‌سازی اورانیوم به‌عنوان سوخت راکتور هسته‌ای می‌شود و شامل استخراج از معدن، آسیاب کردن، تبدیل، غنی‌سازی و تولید سوخت است. هنگامی که اورانیوم به‌عنوان سوخت مصرف شد و انرژی از آن به‌دست آمد، انتهای عقبی چرخه آغاز می‌شود تا ضایعات هسته‌ای به انسان و محیط زیست آسیبی نرسانند. این بخش عقبی شامل انبارداری موقّتی و بازفرآوری کردن انبار نهایی است.

اکتشاف و استخراج

ذخایر طبیعی اورانیوم، سنگ معدن اورانیوم است که براساس مقدار قابل دست‌یابی از معدن محاسبه می‌شود. با تکنیک‌ها و روش‌های زمین شناسی، معدن اورانیوم شناسایی می‌شود و نمونه‌هایی از سنگ معدن به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. در آن‌جا، محلولی از سنگ معدن تهیه می‌کنند و اورانیوم ته‌نشین‌شده را مورد بررسی قرار می‌دهند تا بفهمند چه مقدار اورانیوم را می‌توان از آن معدن استخراج کرد و چقدر هزینه می‌برد.

البته این تنها منبع اورانیوم نیست. اورانیوم در برخی معادن فسفات با منشأ دریایی نیز وجود دارد که البته فراوانی آن ناچیز است.

کیک زرد

پس از استخراج سنگ معدن، تکّه‌سنگ‌ها به آسیاب فرستاده می‌شود تا خوب خُرد شوند. تمام خرده‌سنگ‌ها با ابعاد یکسان تولید می‌شوند. اورانیوم توسط اسیدسولفوریک از دیگر اتم‌ها جدا می‌شود، محلول غنی‌شده از اورانیوم تصفیه و خشک می‌شود. محصول به‌دست آمده، کنسانتره جامد اورانیوم است که کیک زرد نامیده می‌شود.

تبدیل

کیک زرد جامد است، ولی مرحله‌ی بعد (غنی‌سازی) از تکنولوژی به‌خصوصی بهره می‌برد که نیازمند حالت گازی است. بنابراین کیک زرد طی فرآیندی شیمیایی به هگزا فلوراید اورانیوم (UF_6) تبدیل می‌شود. البته UF_6 در دمای اتاق جامد است، ولی در دمایی نه‌چندان بالا به گاز تبدیل می‌شود.

غنی‌سازی

برای ادامه‌ی یک واکنش زنجیره‌ی هسته‌ای در قلب یک راکتور آب سبک، غلظت طبیعی اورانیوم ۲۳۵ بسیار اندک است. برای آن‌که UF_6 به‌دست آمده در مرحله‌ی تبدیل، به‌عنوان سوخت هسته‌ای مورد استفاده قرار گیرد، باید ایزوتوپ قابل شکافت آن‌را غنی کرد. البته سطح غنی‌سازی بسته به کاربرد سوخت هسته‌ای متفاوت است. برای یک راکتور آب سبک، سوختی با ۵ درصد اورانیوم ۲۳۵ مورد نیاز است، در حالی‌که در یک بمب اتمی، سوخت هسته‌ای باید حداقل ۹۰ درصد غنی شده باشد.

غنی‌سازی با استفاده از یک یا چند روش جداسازی ایزوتوپ‌های سنگین و سبک صورت می‌گیرد. در حال حاضر، ۲ روش رایج برای غنی‌سازی اورانیوم وجود دارد که عبارتند از انتشار گاز و سانتریفوژ گاز.

ساخت میله‌های سوخت

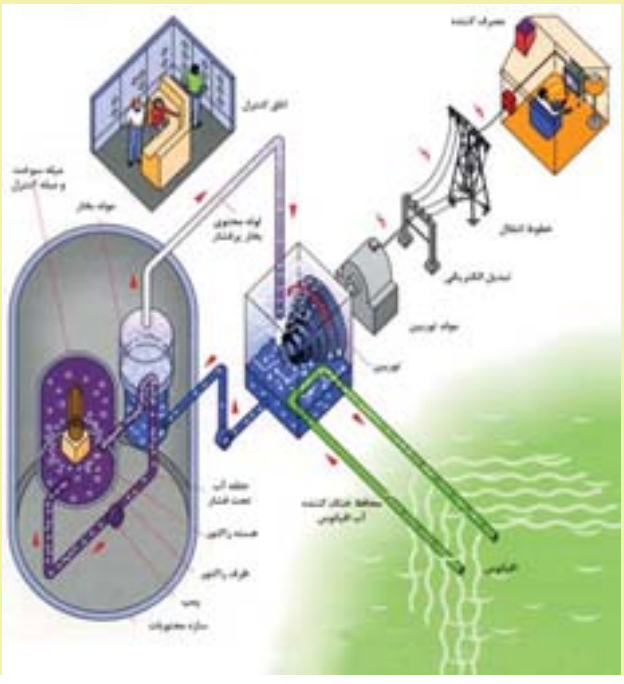
تولید میله‌ی سوخت، آخرین مرحله‌ی انتهای جلویی در چرخه‌ی سوخت هسته‌ای است. اورانیوم غنی‌شده که هنوز به شکل UF_6 است، باید به پودر دی‌اکسیداورانیوم (UO_2) تبدیل شود تا به‌عنوان سوخت هسته‌ای قابل استفاده باشد. سپس پودر UO_2 فشرده می‌شود و به شکل قرص درمی‌آید. قرص‌ها در معرض حرارت با دمای بالا قرار می‌گیرند تا به قرص‌های سرامیکی تبدیل شوند. پس از طی چند فرآیند فیزیکی، قرص‌هایی سرامیکی با ابعاد یکسان حاصل می‌شود. حال، متناسب با طراحی راکتور و نوع سوخت مورد نیاز، این قرص‌های کوچک را دسته دسته کرده و در لوله‌ای به‌خصوص قرار می‌دهند. این لوله از آلیاژ مخصوصی ساخته شده است که در برابر خوردگی بسیار مقاوم است و در عین حال از رسانایی حرارتی بسیار بالایی برخوردار است. به این ترتیب میله‌ی سوخت آماده شده است و برای استفاده در راکتور، به نیروگاه فرستاده می‌شود.

انبارداری موقّتی

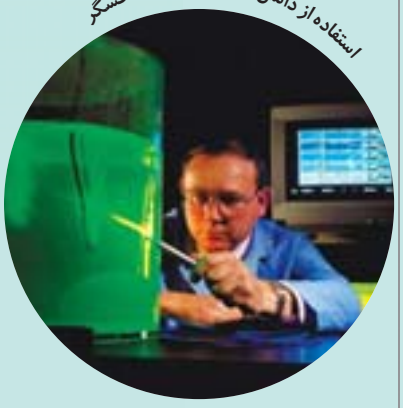
سوخت مصرف‌شده که از راکتور خارج می‌شود، بسیار داغ و رادیواکتیو است و تشعشعات و یون‌های فراوانی را می‌تاباند. از این رو باید هم آن را سرد کرد و هم از تابیدن پرتوهای رادیواکتیو آن به محیط جلوگیری کرد. در کنار هر راکتور، استخرهایی برای انبارکردن سوخت مصرف‌شده، وجود دارد. این استخرها، مخزن‌های بتونی مسلّح به لایه‌های فولاد زنگ‌نزن هستند که ۸ متر عمق دارند و پر از آب هستند. آب هم میله‌های سوخت مصرف‌شده را خنک می‌کند و هم به‌عنوان پوششی حفاظتی در برابر تابش رادیواکتیو عمل می‌کند. به مرور زمان، شدّت گرما و تابش رادیواکتیو کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که پس از ۴۰ سال، به یک هزارم مقدار اوّلیه (زمانی‌که از راکتور خارج شده بود) می‌رسد.

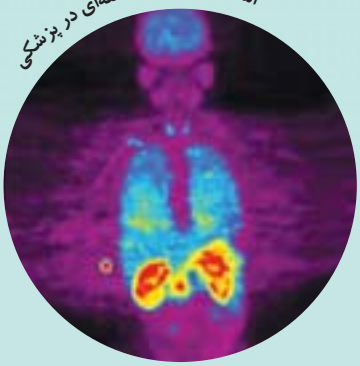
بازفرآوری انبارنهایی

۳ درصد سوخت مصرف‌شده در یک راکتور آب سبک، ضایعات بسیار خطرناک رادیواکتیو است. این مواد را می‌توان با روش‌های شیمیایی از یکدیگر جدا کرد و اگر شرایط اقتصادی و قوانین حقوقی اجازه دهد، می‌توان سوخت مصرف‌شده را برای تهیه سوخت هسته‌ای جدید بازیافت کرد.

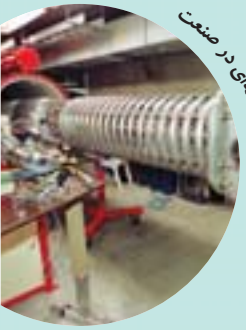


کاربردهای دانش هسته ای


استفاده از دانش هسته‌ای به‌عنوان حسگر


استفاده از دانش هسته‌ای در پزشکی

استفاده از دانش هسته‌ای در انجام آزمایشات


استفاده از دانش هسته‌ای در صنعت

اندازه‌گیری ضخامت

خوب است بدانید خصوصیت اصلی انرژی هسته‌ای که باعث استفاده از آن در صنعت می‌شود، پرتوافکنی رادیواکتیو است.

از آن‌جایی‌که عبور پرتوهای رادیواکتیو از مواد به‌تدریج باعث کاهش انرژی آن‌ها می‌شود، با ساخت دستگاه‌های اندازه‌گیری دقیق انرژی، می‌توان ضخامت اجسامی را که این پرتوها به آن تابیده می‌شود، اندازه‌گیری کرد. از همین خاصیت می‌توان برای مشخّص‌کردن کیفیت برخی از مواد یا اجناس تولیدی که آیا ترک و شکستگی دارند یا خیر نیز استفاده کرد.

اندازه‌گیری سرعت

استفاده از مقادیر بسیار کم و ضعیف از مواد رادیواکتیو در کنترل فرآیندهای تولید محصولات تقریباً کاری عادی در تمامی کشورهای صنعتی جهان است. برای مثال افزودن مقدار کمی از این مواد به مایعی که از درون شبکه‌ی

لوله‌ای به هم پیچیده عبور می‌کند، اجازه می‌دهد تا به‌سادگی بتوان با اندازه‌گیری تشعشعات از بیرون لوله، به سرعت مایع درون لوله پی برد.

کنترل کیفی

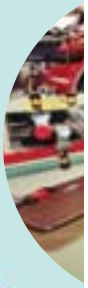
کاربرد بسیار جالب دیگر هنگامی است که می‌خواهیم محلول‌های کاملاً همگن تهیه کنیم. فرض کنید می‌خواهیم ۲ مایع که از لحاظ فیزیکی کاملاً مشابه هم هستند را با یکدیگر به‌صورت کاملاً یکنواخت مخلوط کنیم. برای این‌که مطمئن باشیم که در این کار موفّق بوده‌ایم، کافی است به یکی از آن‌ها مقدار کمی ماده‌ی رادیواکتیو اضافه کنیم و در انتهای مسیر تولید، نمونه‌گیری کنیم. اگر میزان مواد رادیواکتیو در نمونه‌ها یکی باشد، یعنی این ۲ ماده به‌صورت یکنواخت با یکدیگر مخلوط شده‌اند.

استفاده به‌عنوان حسگر (Sensor)

در بسیاری از موارد که امکان تماس مستقیم حسگر با موادی که قرار است اندازه گیری شوند وجود ندارد و یا حسگر لازم بسیار گران‌قیمت است، ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری، استفاده از مواد رادیواکتیو است. کافی است مقدار بسیار کمی از مواد رادیواکتیو را با فلز مخلوط کنید و میزان آن‌را بدون تماس مستقیم اندازه‌گیری کنید.

تغییر در ویژگی‌های مواد

گاهی اوقات به تغییر برخی ویژگی‌های مواد نیازمندیم. مثلاً می‌خواهیم سختی، مقاومت یا چگالی ماده را تغییر دهیم. در این کار هم تابانـدن اشعه‌ی



رادیواکتیو به کمک ما می‌آید.

چند مثال کاربردی:

استفاده از دانش هسته‌ای در کشاورزی

هر زمان از سموم شیمیایی برای دفع آفات استفاده می‌کنیم، نگران هستیم که تأثیر منفی بر روی محصولات نداشته باشد. بعضی مواقع هم حشرات و آفت‌ها در مقابل سم شیمیایی مقاوم می‌شوند. دانش هسته‌ای با استفاده از مقدار بسیار کمی از مواد رادیواکتیو به ما کمک می‌کند که از پس این مشکلات بربیاییم. امّا این تمام استفاده از دانش هسته‌ای در کشاورزی نیست. ما می‌توانیم با استفاده از دانش هسته‌ای، خاصیتی در گیاهان ایجاد کنیم که آن‌ها از حداکثر آب موجود در خاک استفاده کنند. به این ترتیب علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی و هزینه‌های تولید، مانع از به هدر رفتن آب خواهیم شد.

استفاده در صنایع غذایی

استفاده از مواد رادیواکتیو در صنایع غذایی در کشورهای پیشرفته متداول است. باید دقّت کرد که نوع مواد و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها در این روش‌های کاربردی به‌گونه‌ای است که به هیچ وجه خطری مواد غذایی را تهدید نمی‌کند. چند نمونه را با هم بخوانیم:

- برای از بین‌بردن باکتری‌های خطرناک در مواد غذایی، طول عمر بیشتر غذا و هم‌چنین حمل و نقل غذا در مسیرهای طولانی می‌توانیم از تشعشع مواد رادیواکتیو ضعیف بر روی مواد غذایی استفاده کنیم.
- در روش‌های قدیمی برای استریلیزه‌کردن از گرم‌کردن استفاده می‌کردند. مشخّص است که این روش برای برخی از مواد غذایی کاربرد دارد و ضمناً ممکن است کیفیت غذا را هم تحت تأثیر قرار دهد. ما می‌توانیم با پرتوافکنی بر روی مواد غذایی، بدون آن‌که حالت فیزیکی یا مزه‌ی غذا تغییر کند، آن‌را به‌طور کامل استرلیزه کنیم.

کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش دامپزشکی و دامپروری

تکنیک‌های هسته‌ای در حوزه‌ی دامپزشکی نیز در موارد زیر به ما کمک می‌کند: تشخیص و درمان بیماری‌های دامی، تولیدمثل دام، تغذیه‌ی دام، اصلاح نژاد دام، بهداشت و ایمن‌سازی محصولات دامی و خوراک دام.

کاربرد انرژی هسته‌ای در دسترسی به منابع آب

دانش هسته‌ای برای شناسایی حوزه‌های آب زیرزمینی، هدایت آب‌های سطحی و زیرزمینی، کشف و کنترل نشت و ایمنی سدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای شیرین‌کردن آب‌های شور نیز انرژی هسته‌ای کاربرد دارد.

کاربردهای انرژی هسته‌ای در صنعت نفت

- با آزمایش ۴۰ نوع نفت مختلف که در نقاط مختلف جهان استخراج می‌شوند، دانشمندان به این نتیجه رسیدند که در تمام مواد نفتی ۷ نوع عنصر مشترک وجود دارد؛ امّا مقدار آن‌ها در نفتی که در یک نقطه استخراج می‌شود، با نفت نقطه‌ی دیگر دنیا متفاوت است؛ با استفاده از انرژی هسته‌ای به‌راحتی می‌توان این تفاوت را تشخیص داد.
- هنگامی که مواد نفتی به‌جامانده از کشتی حامل سوخت در جایی مشاهده می‌شود، می‌توان نمونه‌ای از آن را به آزمایشگاه برد و در معرض تابش نوترونی قرار داد. به این ترتیب عناصر مختلف و مقدار آن‌ها مشخّص می‌شود و می‌توان به‌طور دقیق اعلام کرد که این آلودگی از کدام کشتی نشأت گرفته است.
- هنگام انتقال مواد نفتی در فاصله‌های زیاد، چون شرکت‌های مختلف نفتی از لوله‌های نفت مشترک استفاده می‌کنند، ردیابی ایزوتوپی مختلف برای علامت‌گذاری ابتدای انتقال هر محموله‌ی نفتی، به‌کار برده می‌شود.
- در مرحله‌ی نهایی محصولات مواد نفتی تصفیه‌شده، برای تعیین درجه‌ی خالص‌بودن آن‌ها با استفاده از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو آزمایش می‌شوند.
- هنگام کشف و استخراج نفت، دانشمندان میله‌های رادیواکتیو را داخل چاه‌های آزمایشی فرو برده، سپس میزان انتشار تشعشع رادیواکتیو را در طبقات مختلف اندازه می‌گیرند. زمین‌شناسان میزان بازتاب اشعه‌ی رادیواکتیو را ثبت می‌کنند و یک تصویر واضح و دقیق از طبقات زیرین جهت حفّاری بیشتر برای رسیدن به نفت در آن منطقه یا متوقّف‌کردن کار به‌دست می‌آورند.

نهمین قدرت هسته‌ای دنیا

تلاش‌های ایران برای دستیابی به انرژی هسته‌ای از ۵۳ سال پیش آغاز شد! در سال ۱۳۳۵ مجلس شورای ملّی، ایجاد مرکز اتمی دانشگاه تهران را تصویب کرد تا در سال ۱۳۴۰ کلنگ این ساختمان به زمین بخورد. در سال ۱۳۴۵ اوّلین راکتور هسته‌ای ۵ مگاواتی که از آمریکا خریداری شده بود، آغاز به کار کرد.

انرژی هسته‌ای در ایران

در سال ۱۳۵۲ سازمان انرژی اتمی تشکیل شد و سریعاً برای احداث مجتمع‌های هسته‌ای وارد مذاکره شد. با مشارکت مؤسّسات خارجی، از جمله دانشگاه استانفورد آمریکا، تصمیم گرفته شد که ایران ظرف ۲۰ سال، ۲۳ هزار مگاوات برق اتمی تولید و وارد مدار کند. حکومت وقت قراردادهایی با آمریکا، آلمان و فرانسه امضا کرد. یک سال پس از قرارداد با فرانسه بود که ملّت ایران، حکومت وابسته به بیگانگان را اخراج کردند و پس از آن تا مدّتی مجالی برای پرداختن به فناوری هسته‌ای وجود نداشت.

در بحبوحه‌ی جنگ ایران و عراق بود که مسئولان کشور، کمبود شدید منابع انرژی در کشور را حس کردند. آن‌ها سعی کردند با امضای قراردادهایی با کشورهای اسپانیا و ژاپن، نیروگاه بوشهر را تکمیل کنند ولی متأسفانه قراردادها امضا نشد. بعد از جنگ تحمیلی در سال ۱۹۹۲ میلادی، موافقت‌نامه‌ای با دولت روسیه در خصوص همکاری‌های هسته‌ای صلح‌آمیز تنظیم شد که این موافقت‌نامه‌ها در سال ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ تبدیل به قرارداد تکمیل نیروگاه بوشهر شد.

از طرف دیگر از دهه‌ی ۱۳۶۰ طرح‌های مقدّماتی برای کار بر روی چرخه‌ی سوخت هسته‌ای آغاز شد. اگرچه اکثر برنامه‌های هسته‌ای ایران با نظارت آژانس اتمی انجام می‌شد ولی از سال ۲۰۰۲ رسانه‌های غربی با هدایت سرویس‌های اطّلاعاتی آمریکا، ایران را به مخفی کاری در برنامه‌ی اتمی و تلاش برای رسیدن به «سلاح اتمی» متهم کردند! در مقابل ایران از آقای البرادعی، رییس سازمان انرژی اتمی، دعوت کرد تا به ایران بیاید و از تأسیسات هسته‌ای ایران بازدید کند.

تا آن زمان مسایل هسته‌ای ایران بدون جنجال در محافل غربی مطرح بود. امّا اوّلین بار که موضوع ابعاد بین‌المللی وسیعی پیدا کرد، در خرداد ۱۳۸۲ بود که پرونده‌ی ایران برای اوّلین بار در شورای حکّام مطرح شد. در همین زمان فشارها بر ایران برای امضای پروتکل الحاقی افزایش یافت. البرادعی به‌صورت جدّی خواهان این مسئله بود و سران ۸ کشور صنعتی در اجلاس فرانسه (۱۱خرداد ۱۳۸۲) اعلام کردند که به‌طور جدّی نگران فعّالیت‌های هسته‌ای ایران هستند. روسیه نیز به آن‌ها اطمینان داد تا وقتی ایران پروتکل را امضا نکند، از تحویل تجهیزات و امکانات هسته‌ای به ایران خودداری خواهد کرد.

شورای حکّام در شهریور ۱۳۸۲ اجلاسی تشکیل داد و در آن قطعنامه‌ی شدیداللحنی علیه ایران صادر شد. در ۱۸ شهریور ۱۳۸۲ اروپا در بیانیه‌ای از ایران خواست که بی‌قید و شرط پروتکل را امضا نماید و با آژانس همکاری جامع‌تری به‌عمل آورد. هم‌زمان دولت آمریکا با صدور قطعنامه‌ی شدیداللحن از سوی آژانس، عزم خود را جزم کرده بود تا پرونده‌ی هسته‌ای ایران به شورای امنیت برود.

دشمنی‌ها باز هم ادامه داشت. قطعنامه‌ی پیشنهادی ۳ کشور کانادا، استرالیا و ژاپن در تاریخ ۲۱ شهریور ۱۳۸۲ صادر شد و از ایران مجدّدا خواست پروتکل را بپذیرد و به بقیه‌ی سؤال‌های آژانس سریعاً پاسخ دهد.

دولت ایران تحت تأثیر فشارهای وارد شده اعلام کرد که در قبال دریافت برخی امتیازات، پروتکل را امضا خواهد کرد. وزیران خارجه‌ی ۳ کشور آلمان، فرانسه و انگلیس به کاخ سعدآباد تهران آمدند که حاصل آن بیانیه‌ی سعدآباد بود. در این بیانیه ضمن به رسمیت شناخته‌شدن حق ایران در استفاده از انرژی هسته‌ای و برخی امتیازات دیگر، ایران قبول کرد که پروتکل الحاقی را امضا کند. متأسفانه دولت وقت ایران، بدون تصویب مجلس شورای اسلامی این معاهده را پذیرفت؛ در حالی که تمام معاهدات بین‌المللی قانوناً باید به تصویب مجلس برسد.

معاهده‌ی بروکسل

پس از امضای بیانیه‌ی سعدآباد بین ۳ کشور اروپایی و ایران، طرفین امضاکننده‌ی این بیانیه، در تاریخ ۱۴ اسفند ۱۳۸۲ در بروکسل، مقر اتّحادیه اروپا، توافق کردند که ایران علاوه‌بر تعلیق داوطلبانه‌ی غنی‌سازی اورانیوم که در بیانیه‌ی سعدآباد به آن متعهّد شده است، از ساخت قطعات و مونتاژ دستگاه‌های سانتریفوژ که ابزار اصلی غنی‌سازی اورانیوم به حساب می‌آیند نیز دست بردارد. اروپا نیز در مقابل متعهّد شد تا پرونده‌ی هسته‌ای ایران را به‌طور کامل از از دستور کار آژانس خارج کنند.

موافقت‌نامه‌ی پاریس

بعد از اعتراضات و ابراز نگرانی‌های ایران، پرونده‌ی هسته‌ای وارد فاز جدیدی شد و این بار اروپا طرح پیشـــنهادی بسته‌ی تشویقی را مطرح کرد. طرحی که مورد حمایت ۸ کشـــور صنعتی قرار گرفت. طرح اروپا با اصلاحاتی به عنوان معاهده و یا توافق‌نامه‌ی پاریس به امضا رسید. با این موافقت‌نامه در واقع ایران تصمیم گرفـــت که به‌طور داوطلبانه برنامه‌ی تعلیق را گســـترش دهد و به‌طور کلی هر نوع آزمایشـــی که تبدیل اورانیوم را دربربگیرد، به‌حال تعلیق درآورد! در مقابل اروپاییان تعهد دادند حقوق ایران بر اســـاس NPT به رسمیت شناخته شود. امّا برخلاف انتظار بعد از این توافقات، کشورهای اروپایی در ۵ آذر ۱۳۸۳ قطعنامه‌ای تصویب کردند که مهم‌ترین نکته‌ی آن تعلیق پایدار غنی‌سازی اورانیوم بود!

پـــس از روی کار آمدن دولـــت نهم، رییس جمهور ایـــران بلافاصله به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کرد که جمهوری اسلامی ایران قصد دارد فعّالیت‌های هسته‌ای خود را از سر بگیرد. با اعلام تصمیم ایران برای از سرگیری فعّالیت‌های صلح‌آمیز هسته‌ای، پیشـــنهادهای کشـــورهای اروپایی به ایران آغاز شد. آن‌ها پیشنهاد کردند چنان‌چه شما فعّالیت‌های هسته‌ای خود را برای همیشه متوقّف کنید، ما در آموزش اینترنت به شما کمک خواهیم کرد؛ اجازه‌ی تجارت با ما را پیدا خواهید کرد و چنان‌چه یک کشورهسته‌ای به شما حمله کند، حق اعتراض به شورای امنیت را خواهید داشت.

دولت ایران این پیشـــنهادات را نپذیرفت و آن‌ها را توهین به ملّت عنوان کرد. پس از آن غربی‌ها تهدید کردند که پرونده‌ی ایران را به شورای امنیت می‌برند. دولت ایران در مقابل اعلام کرد که اگر پرونده‌ی ایران به شـــورای امنیت برود، دولـــت ایران نیروگاه نطنز را راه اندازی می‌کند! و به دنبال افتتاح ســـایت نطنز چرخه‌ی سوخت هسته‌ای ایران در مقیاس آزمایشگاهی در ۲۰ فروردین ۱۳۸۵ کامل شـــد. جمهوری اســـلامی ایران با تأکید بر بند ۴ معاهـــده‌ی NPT و در چارچوب «اصل تحقیق و توســـعه» به کشورهای عضو باشگاه اتمی پیوست. پس از آن در اردیبهشـــت ۱۳۸۵، رییس وقت سازمان انرژی اتمی ایران اعلام کرد که: «جمهوری اسلامی ایران توانسته است به غنی‌سازی ۴/۸ درصد دست یابد که برای تهیه‌ی ســـوخت هســـته‌ای کفایت می‌کند.» در شهریور همان سال نیز نخست تأسیسات تولید آب سنگین (دوتریوم) در اراک به بهره‌برداری رسید و ایران به نهمین کشـــور دارای این فناوری تبدیل شـــد. در آبان ماه دومین آبشار ســـانتریفوژهای غنی‌سازی اورانیوم راه‌اندازی و عملیات تزریق گاز به آن‌ها آغاز شـــد. پس از آن در فروردین ۸۶، رییس جمهور اعـــلام کرد که ایران در گروه تولیدکنندگان صنعتی سوخت هسته‌ای قرار گرفته است.

منابع:
مجله اینترنتی فریا
مرکز اسناد انقلاب اسلامی